



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Off nl gungsschrift
⑩ DE 196 49 456 A 1

⑤⑦ Int. Cl.⁶:
H 01 M 8/12

②① Aktenzeichen: 196 49 456.7
②② Anmeldetag: 28. 11. 96
④③ Offenlegungstag: 4. 6. 98

DE 196 49 456 A 1

⑦① Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦② Erfinder:
Aßmann, Helmut, Dr.-Ing., 91077 Dormitz, DE;
Blum, Ludger, Dipl.-Ing., 91058 Erlangen, DE; Fleck,
Robert, Dipl.-Phys., 91325 Adelsdorf, DE; Jansing,
Thomas, Dipl.-Min., 90425 Nürnberg, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:

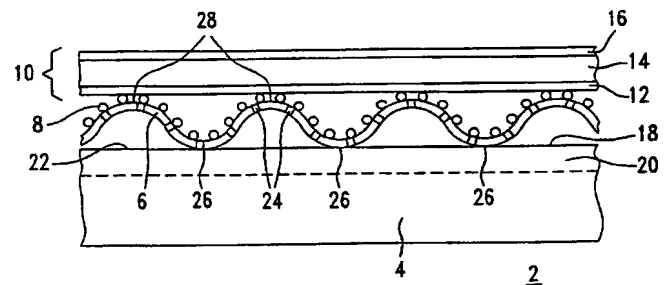
DE	43 40 153 C1
DE	39 22 673 C2
DE	42 37 602 A1
US	50 64 734 A
US	50 34 288 A
EP	07 22 193 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Hochtemperatur-Brennstoffzelle

⑤⑦ Bei der vorliegenden Hochtemperatur-Brennstoffzelle (2) mit wenigstens einer metallischen Verbundleiterplatte (4), die auf einer Oberfläche (18) parallel zueinander verlaufende Stege (22) aufweist, wird auf den Stegen (22) ein Blech (6; 30, 32) mit einer Struktur und einer Anzahl von Öffnungen (24) angeordnet. Durch diese Maßnahme wird eine ausreichende mechanische Stabilität in der Hochtemperatur-Brennstoffzelle (2) erreicht.



DE 196 49 456 A 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Hochtemperatur-Brennstoffzelle.

Die Komponenten einer planar aufgebauten Hochtemperatur-Brennstoffzelle bzw. eines Hochtemperatur-Brennstoffzellen-Stapels werden aus technischen Gründen mittels eines Glaslotes zusammengefügt. Die Verwendung eines Glaslotes ergibt sich aus der Forderung nach einer sogenannten "schwimmenden Lagerung". Dabei muß das Glaslot bei Abkühl- und Aufheizvorgängen, wie z. B. beim Abkühlen von der Löttemperatur beim Zusammenfügen auf die Betriebstemperatur oder beim Aufheizen beim Einschaltvorgang auf die Betriebstemperatur, eine ausreichend niedrige Viskosität aufweisen. Eine niedrige Viskosität bedeutet mit anderen Worten eine hohe Fließfähigkeit. Dadurch werden mechanische Spannungen in der Hochtemperatur-Brennstoffzelle vermindert, welche durch unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten der die Hochtemperatur-Brennstoffzelle zusammensetzenden Komponenten bedingt sind. Das Glaslot befindet sich beim Betrieb der Hochtemperatur-Brennstoffzelle somit in einem aufgeweichten Zustand.

Bei dem aus einer Vielzahl von Hochtemperatur-Brennstoffzellen sich zusammensetzenden Hochtemperatur-Brennstoffzellenstapel, in der Fachliteratur wird ein Brennstoffzellenstapel auch "Stack" genannt, liegen unter einer oberen Verbundleiterplatte, welche den Hochtemperatur-Brennstoffzellenstapel abdeckt, der Reihenfolge nach wenigstens eine Schutzschicht, eine Kontaktschicht, eine Elektrolyt-Elektroden-Einheit, eine weitere Kontaktschicht, wenigstens eine weitere Schutzschicht, eine weitere Verbundleiterplatte usw. aufeinander.

Die Elektrolyt-Elektroden-Einheit umfaßt dabei zwei Elektroden und einen zwischen den beiden Elektroden angeordneten Festelektrolyten. Die Verbundleiterplatten innerhalb des Hochtemperatur-Brennstoffzellenstapels sind als bipolare Platten ausgeführt. Diese sind im Gegensatz zu der jeweils am Ende des Hochtemperatur-Brennstoffzellenstapels angeordneten Verbundleiterplatte auf beiden Seiten mit gasführenden Kanälen für die Versorgung der Festelektrolyt-Elektroden-Einheit mit jeweils einem Betriebsmittel, z. B. Wasserstoff oder Sauerstoff, versehen.

Dabei bilden jeweils ein zwischen den benachbarten Verbundleiterplatten liegende Elektrolyt-Elektroden-Einheit mit den beidseitig an der Elektrolyt-Elektroden-Einheit unmittelbar anliegenden Kontaktschichten, und den an den Kontaktschichten anliegenden Seiten jeder der beiden Verbundleiterplatten zusammen eine Hochtemperatur-Brennstoffzelle. Dieser und weitere Typen von Brennstoffzellen sind beispielsweise aus dem "Fuel Cell Handbook" von A. J. Appleby und F. R. Foulkes, 1989, Seiten 440 bis 454, bekannt.

Zwei wesentliche Anforderungen an das Zusammenfügen der Komponenten zur Hochtemperatur-Brennstoffzelle sind die ausreichende elektrische Isolierung der Verbundleiterplatten gegeneinander und zugleich die Ausbildung einer guten elektrischen Kontaktierung zwischen jeweils einer Seite der Elektrolyt-Elektroden-Einheit und einer Verbundleiterplatte.

Als problematisch beim Zusammenfügen der Komponenten der Hochtemperatur-Brennstoffzelle erweist sich, daß diese unterschiedliche Toleranzen und unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten aufweisen. Die unterschiedlichen Toleranzen entstehen beispielsweise durch mechanische Spannungen oder durch Dickschwankungen. Unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten sind durch die für die Komponenten eingesetzten verschie-

denen Materialien vorgegeben.

Bei den aus dem Stand der Technik bekannten Hochtemperatur-Brennstoffzellen werden Geflechte aus Nickel für die elektrische Kontaktierung zwischen der metallischen Verbundleiterplatte und der Anodenseite der Elektrolyt-Elektroden-Einheit verwendet. Beim Aufheizen auf die Löttemperatur zum Zusammenfügen von beispielsweise 1000°C setzt sich bereits bei einer niedrigeren Temperatur, z. B. bei 850°C, bei entsprechend niedriger Viskosität des Glaslotes die Hochtemperatur-Brennstoffzelle bis zur vollständigen Kontaktierung ab. Das Geflecht wird demzufolge zwischen den Stegen der Verbundleiterplatte und der Elektrolyt-Elektroden-Einheit eingeklemmt.

Bei der Betriebstemperatur der Hochtemperatur-Brennstoffzelle ist der thermische Ausdehnungskoeffizient des Nickels größer als derjenige der metallischen Verbundleiterplatte, welche beispielsweise aus $\text{CrFe}_3\text{Y}_2\text{O}_3$ 1 besteht, bzw. der Elektrolyt-Elektroden-Einheit. Demzufolge dehnt sich das Geflecht stärker aus als die Verbundleiterplatte bzw. die Elektrolyt-Elektroden-Einheit. Dadurch wird eine Verbiegung des Geflechtes aus Nickel verursacht, was zu einer partiellen Trennung der Kontakte zwischen dem Geflecht und der metallischen Verbundleiterplatte bzw. der Anodenseite der Elektrolyt-Elektroden-Einheit führt. Dadurch wird eine mechanische Destabilisierung der gesamten Hochtemperatur-Brennstoffzelle bewirkt, was zugleich zu einer inkonstanten und verringerten elektrischen Stromdichte führt.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine Hochtemperatur-Brennstoffzelle anzugeben, die eine optimierte mechanische Stabilisierung besitzt und zugleich eine erhöhte elektrische Stromdichte aufweist.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung gelöst durch eine Hochtemperatur-Brennstoffzelle mit wenigstens einer metallischen Verbundleiterplatte, die auf einer Oberfläche parallel zueinander verlaufende Stege umfaßt, auf denen ein Blech mit einer Struktur und einer Anzahl von Öffnungen angeordnet ist.

Durch die Verwendung eines Bleches, insbesondere eines Feinbleches mit einer Dicke von bis zu 3 mm, wird eine ausreichende mechanische Stabilität der gesamten Hochtemperatur-Brennstoffzelle gewährleistet. Die Struktur und auch das Blech werden dabei durch Stanzen hergestellt. Der Begriff "Stanzen" umfaßt dabei zahlreiche für die Blechbearbeitung wichtige Arbeitsverfahren, wie Biegen, Abkanten, Runden, Rollen, Einrollen, Bördeln, Wulsten, Schweißen, Formstanzen, Falzen und andere. Außerdem wird die elektrische Stromdichte um ungefähr 30 bis 50% von 600 bis 800 mA/cm² auf 1000 bis 1300 mA/cm² erhöht. Durch Verwendung des bei der Einsatztemperatur der Hochtemperatur-Brennstoffzelle mechanisch stabilen Bleches werden Formveränderungen der anliegenden Komponenten, wie beispielsweise eines Geflechtes aus Nickel, weitgehend vermieden und somit eine ausreichende mechanische Stabilität der gesamten Hochtemperatur-Brennstoffzelle bzw. eines Hochtemperatur-Brennstoffzellenstapels, der sich aus einer Anzahl von Hochtemperatur-Brennstoffzellen zusammensetzt, gewährleistet.

Um die gleiche Ausgangsleistung wie für einen aus dem Stand der Technik bekannten Hochtemperatur-Brennstoffzellenstapel zu erhalten, werden 30 bis 50% weniger Hochtemperatur-Brennstoffzellen benötigt.

Vorzugsweise weist die Struktur des Bleches ein wellenförmiges Profil auf.

Insbesondere weist die Struktur des Bleches ein Winkelprofil auf. Durch Verwendung des Bleches mit einem Winkelprofil ist eine größere Auflagefläche des Bleches auf der metallischen Verbundleiterplatte gewährleistet. Je nach Ausführungsform des Bleches mit Winkelprofil sind die

Teilflächen des Bleches unter einem rechten Winkel oder unter einem anderen Neigungswinkel angeordnet, welcher in geeigneter Weise größer bzw. kleiner als der rechte Winkel ist.

In einer weiteren Ausgestaltung sind wenigstens zwei parallel zueinander verlaufende Stege auf das Blech aufgearbeitet. Bei dieser kostengünstigen Form des Bleches werden die parallel zueinander verlaufenden Stege durch ein Stanzverfahren auf das ebene Feinblech aufgearbeitet.

Vorzugsweise ist die Struktur in Längsrichtung der Stege angeordnet. Dadurch wird ein günstiges Stabilitätsverhalten erreicht.

Insbesondere ist die Struktur quer zur Längsrichtung der Stege angeordnet. Ist dabei beispielsweise die Periodizität der Struktur des Bleches gleich dem Abstand der parallel verlaufenden Stege auf der metallischen Verbundleiterplatte, so ist die Kontaktfläche zwischen der metallischen Verbundleiterplatte und dem Blech besonders groß. Dadurch wird die mechanische Stabilität weiter erhöht.

In einer weiteren Ausgestaltung sind die Öffnungen auf dem Blech regelmäßig angeordnet. Durch diese Verteilung der Öffnungen auf dem Blech ist gewährleistet, daß das Betriebsmittel, welches in den Kanälen der metallischen Verbundleiterplatte geführt wird, auch der Elektrolyt-Elektroden-Einheit zur Verfügung gestellt wird.

Vorzugsweise sind die Öffnungen kreisförmig oder rechteckig.

Insbesondere besteht das Blech aus Nickel Ni oder aus einem Werkstoff, der bei einer Temperatur zwischen 850 und 950°C mechanisch stabil ist. Durch diese Wahl des Werkstoffes ist eine ausreichende Festigkeit bzw. Stabilität des Bleches gewährleistet.

Vorzugsweise ist auf dem Blech ein Geflecht aus Nickel Ni angeordnet. Das Blech hat für das Geflecht aus Nickel Ni eine stützende Wirkung. Durch die zusätzliche Verwendung des Geflechtes wird die elektrische Stromdichte der Hochtemperatur-Brennstoffzelle weiter erhöht.

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird auf die Ausführungsbeispiele der Zeichnung verwiesen. Es zeigen:

Fig. 1 einen Ausschnitt aus einer Hochtemperatur-Brennstoffzelle in einer schematischen Darstellung;

Fig. 2 Bleche in einem Querschnitt in schematischer Darstellung und

Fig. 3 Feinbleche in einer Draufsicht in schematischer Darstellung.

Gemäß **Fig. 1** umfaßt ein Hochtemperatur-Brennstoffzelle 2 übereinander angeordnet eine metallische Verbundleiterplatte 4, wenigstens eine nicht weiter dargestellte Schutzschicht, ein Blech 6, ein Geflecht 8 und eine Elektrolyt-Elektroden-Einheit 10. Dabei umfaßt die Elektrolyt-Elektroden-Einheit 10 eine Anode 12, einen Festelektrolyten 14 und eine Kathode 16. Die Anode 12 ist dabei auf der dem Geflecht 8 zugewandten Seite angeordnet.

Eine Oberfläche 18 der metallischen Verbundleiterplatte 4, wobei diese aus einer Chrombasislegierung besteht, weist parallel zueinander angeordnete gasführende Kanäle 20 auf. Die Längsrichtung der Kanäle 20 verläuft dabei in der Zeichenebene. Die gasführenden Kanäle 20 führen ein Betriebsmittel, beispielsweise Wasserstoff H₂, für die Versorgung der Anode 12 der Elektrolyt-Elektroden-Einheit 10. Die gasführenden Kanäle 20 sind jeweils durch Stege 22 voneinander getrennt.

Werden mehrere Hochtemperatur-Brennstoffzellen 2 zu einem Hochtemperatur-Brennstoffzellenstapel zusammengesetzt, und befindet sich dabei die Hochtemperatur-Brennstoffzelle 2 innerhalb des Hochtemperatur-Brennstoffzellenstapels angeordnet, so ist die metallische Verbundleiterplatte 4 als bipolare Platte ausgeführt. D.h. mit anderen Worten,

daß auch die metallische Verbundleiterplatte 4 innerhalb des Hochtemperatur-Brennstoffzellenstapels angeordnet ist.

Über die Stege 22 wird eine elektrisch leitende Verbindung über das Feinblech 6 und das Geflecht 8 mit der Anode 12 der Elektrolyt-Elektroden-Einheit 10 erreicht.

Das Blech 6 weist eine Struktur mit einer Anzahl von Öffnungen 24 auf. Die Struktur hat in dieser Ausführungsform ein wellenförmiges Profil. Die Struktur zwischen zwei benachbarten Auflageflächen 26 bzw. Stützflächen 28 wiederholt sich dabei in Längsrichtung der Stege 22 bzw. der Kanäle 20. Demzufolge sind die Auflageflächen 26 des Feinbleches 6 auf den Stegen 22 senkrecht zu den Stegen 22 bzw. den Kanälen 20, d. h. anders ausgedrückt senkrecht zur Zeichenebene, angeordnet.

Durch die Auflageflächen 26 und durch die Stützflächen 28 für die Elektrolyt-Elektroden-Einheit 10 wird eine ausreichende mechanische Stabilität der gesamten Hochtemperatur-Brennstoffzelle 2 erreicht. Durch den großflächigen Kontakt der Auflageflächen 26 auf den Stegen 22 der Verbundleiterplatte 4 und der Stützflächen 28 auf der Elektrolyt-Elektroden-Einheit 10 wird außerdem zugleich eine hohe elektrische Stromdichte in der Hochtemperatur-Brennstoffzelle 2 gewährleistet.

In einer weiteren nicht dargestellten Ausführungsform wiederholt sich die Struktur quer zur Längsrichtung der Stege 22. Ist dabei der Abstand zweier Auflageflächen 26 angenähert gleich dem Abstand zweier benachbarter Stege 22 der metallischen Verbundleiterplatte 4 gewählt, so ist die Größe der Kontaktflächen, welche durch die Auflageflächen 26 ausgebildet sind, weiter optimiert, d. h. weiter vergrößert. In einer nicht weiter dargestellten vereinfachten Ausführungsform wird auf das Geflecht 8 verzichtet.

In **Fig. 2** sind zwei weitere Bleche 30, 32 in einem Querschnitt dargestellt. Dabei ist dem Blech 30 ein Winkelprofil aufgeprägt. Die Winkel zwischen den einzelnen Teilflächen 33, 34, 36 sind dabei rechtwinklig gewählt. In einer weiteren nicht dargestellten Ausführungsform ist der Winkel zwischen den Teilflächen 33, 34, 36 ungleich 90°.

Dem Blech 32 sind parallel zueinander verlaufende Stege 38 unter einem äquidistanten Abstand auf eine ebene blechartige Unterlage 40 aufgearbeitet. Das Blech 32 erweist sich dabei bei ausreichender mechanischer Stabilität als preisgünstige Ausführungsform.

Das Blech 6, 30, 32 besteht aus Nickel Ni oder aus einem Werkstoff, der bei einer Temperatur zwischen 850 und 950°C mechanisch stabil ist und damit eine ausreichende Stabilität der gesamten Hochtemperatur-Brennstoffzelle gewährleistet.

Gemäß **Fig. 3** sind zwei Oberflächenprofile 50, 52 der Bleche 6, 30, 32 in einer Draufsicht dargestellt.

Dabei sind die Löcher 24 jeweils in einer regelmäßigen Anordnung verteilt. Die große Anzahl der Löcher 24 wird gemäß den Ausführungen zu **Fig. 1** dazu benötigt, daß eine ausreichende Zufuhr an Betriebsmittel für die Anode 12 der Elektrolyt-Elektroden-Einheit 10 aus den Kanälen 20 der metallischen Verbundleiterplatte 4 gewährleistet ist. Die Form der Öffnungen 24 ist dabei rechteckig oder vorzugsweise rund.

Patentansprüche

1. Hochtemperatur-Brennstoffzelle (2) mit wenigstens einer metallischen Verbundleiterplatte (4), die auf einer Oberfläche (18) parallel zueinander verlaufende Stege (22) aufweist, auf denen ein Blech (6; 30, 32) mit einer Struktur und einer Anzahl von Öffnungen (24) angeordnet ist.
2. Hochtemperatur-Brennstoffzelle (2) nach Anspruch

- 1, bei der die Struktur des Bleches (6) ein wellenförmiges Profil aufweist.
3. Hochtemperatur-Brennstoffzelle (2) nach Anspruch 1, bei der die Struktur des Bleches (30) ein Winkelprofil aufweist. 5
4. Hochtemperatur-Brennstoffzelle (2) nach Anspruch 3, bei der wenigstens zwei parallel verlaufende Stege (38) auf das Blech (32) aufgearbeitet sind.
5. Hochtemperatur-Brennstoffzelle (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Struktur in 10 Längsrichtung der Stege (22) angeordnet ist.
6. Hochtemperatur-Brennstoffzelle (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Struktur quer zur Längsrichtung der Stege (22) angeordnet ist.
7. Hochtemperatur-Brennstoffzelle (2) nach einem der 15 vorhergehenden Ansprüche, bei der die Öffnungen (24) auf dem Feinblech (6; 30, 32) regelmäßig angeordnet sind.
8. Hochtemperatur-Brennstoffzelle (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Öffnungen (24) 20 kreisförmig sind.
9. Hochtemperatur-Brennstoffzelle (2) nach Anspruch 7, bei der die Öffnungen (24) rechteckig sind.
10. Hochtemperatur-Brennstoffzelle (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der das Blech (6; 25 30, 32) aus Nickel Ni besteht.
11. Hochtemperatur-Brennstoffzelle (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei der das Blech (6; 30, 32) aus einem Werkstoff besteht, das bei einer Temperatur zwischen 850 und 950°C mechanisch stabil ist. 30
12. Hochtemperatur-Brennstoffzelle (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der auf dem Blech (6; 30, 32) ein Geflecht (8) aus Nickel Ni angeordnet ist. 35

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

55

60

65

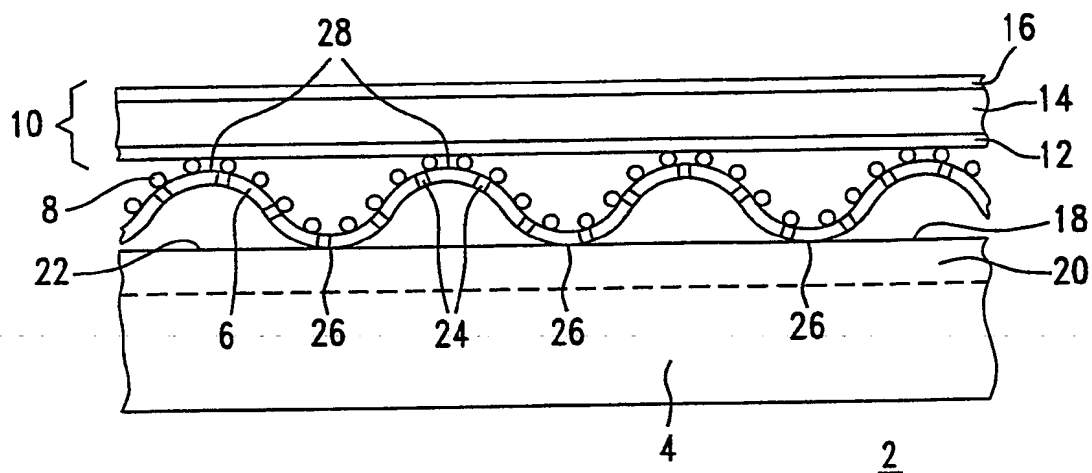


FIG 1

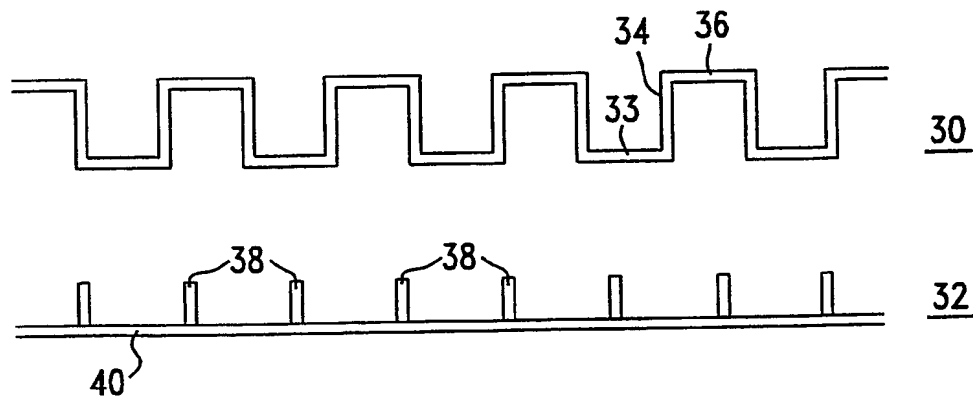


FIG 2

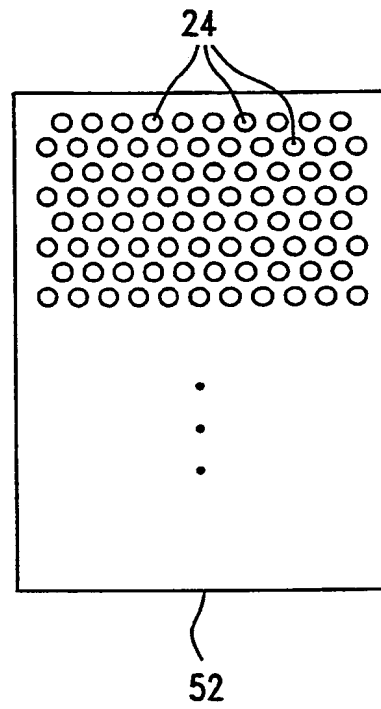
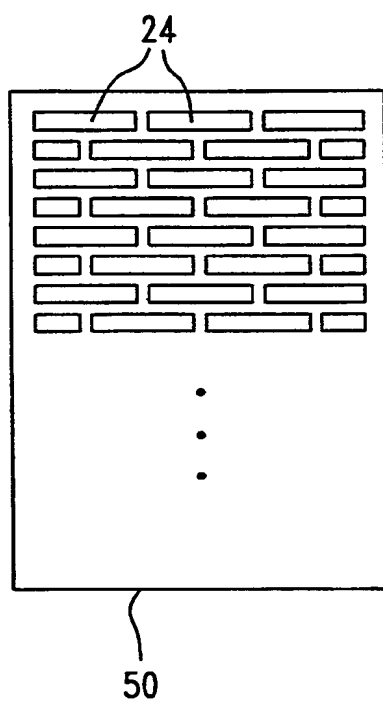


FIG 3